

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 APR 2004

WIPO

PCT

BEST AVAILABLE COPY**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 25 629.6

Anmeldetag: 06. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf
einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasen-
sendeposition

Priorität: 21. März 2003 DE 103 12 768.2

IPC: C 23 C 16/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus



B e s c h r e i b u n g

Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition.

Die metallorganische Gasphasendeposition (metal organic chemical vapor deposition: MOCVD) ist ein Verfahren zur Herstellung komplex aufgebauter Schichtstrukturen, wie sie in Bauelementen, z.B. Lasern, Hochgeschwindigkeits-transistoren für Handys oder Leuchtdioden verwendet werden. Im Gegensatz zum bekannten Silizium bestehen diese Strukturen nicht nur aus einem, sondern aus zwei oder auch mehr Elementen. Sie werden daher auch als Verbindungshalbleiter bezeichnet. Die metallorganische Gasphasendeposition findet in einer sogenannten MOCVD-Anlage statt.

Mit der MOCVD-Anlage können unter anderem Nitridschichten abgeschieden werden, die aus zwei Elementen, wie z.B. GaN, InN oder AlN oder aus mehreren Elementen, wie z.B. GaInN oder AlGaIn bestehen. Diese Verbindungen werden als binäre bzw. ternäre Systeme bezeichnet. Für die einkristalline Abscheidung von Nitrid-Verbindungen werden Saphir (Al_2O_3) oder Siliziumcarbid (SiC) oder Silizium, die ähnliche Kristalleigenschaften wie die Nitride aufweisen, als Substrate verwendet.

Die Gruppe III-Nitride, spannen durch ihre Vertreter ein Halbleitersystem mit direkter Bandlücke von 1,9 eV

für das InN bis 6,2 eV für das AlN auf.

Diese Nitridschichten sind wirtschaftlich sehr bedeutsam, da sie durch elektrische Anregung den blauen Teil des sichtbaren Spektrums entsenden können und daher zur Realisierung optoelektronischer Bauelemente in dem entsprechenden Energiebereich nutzbar gemacht werden. Als ein Beispiel hierfür seien pn-Leuchtdioden auf Basis von GaN genannt.

Zur metallorganischen Gasphasendeposition von Nitridschichten benötigt man gasförmige Verbindungen von Gallium, Indium oder Aluminium sowie NH_3 als sogenannte Precursor. Im Falle von Gallium wird eine metallorganische Verbindung, z.B. Trimethylgallium (TMG), verwendet. Mittels eines Trägergases, z.B. Wasserstoff, werden die Precursor in einen Reaktionsraum der Anlage eingebracht. Dort befindet sich das Substrat, eine einkristalline, sehr dünne Scheibe (Wafer), die erhitzt wird. Der Wafer ist auf einem sogenannten Suszeptor drehbar gelagert, um eine gleichmäßige Verteilung von Temperatur und Precursor in der Gasphase über dem Substrat zu erzielen. Über Infrarotstrahler oder eine Hochfrequenzheizung werden der Suszeptor und das Substrat geheizt. Die Temperatur am Substrat reicht bis ca. 1500°C , je nachdem, welches Materialsystem abgeschieden wird. Dieser Bereich wird auch als heiße Zone bezeichnet.

Zur Abscheidung auf dem Substrat, werden die Precursor umgesetzt. Dies geschieht zum Teil schon in der Gasphase durch die Hitze, die vom Substrat ausgeht, oder durch Zusammenstöße mit den Molekülen des Trägergases. Die Molekül-Bruchstücke setzen sich auf der Substrat-

oberfläche ab. Infolge der hohen Temperatur zersetzen sich die ursprünglichen Precursorverbindungen und reagieren je nach eingesetzten Edukten neu, z.B. zu GaN, InN oder AlN. Auf diese Weise wächst auf dem Wafer Atomlage für Atomlage eine neue Schicht aus GaN, InN oder AlN auf. Die Reste der Ausgangsmoleküle, beispielsweise Methylgruppen vom TMG und Wasserstoff, verbinden sich teilweise miteinander zu Methan. Nicht abgeschiedene Moleküle und Molekülbruchstücke lösen sich von der Oberfläche, werden wie das Methan vom Trägergasstrom erfaßt und aus der MOCVD-Anlage in ein Gasreinigungssystem, den sogenannten Scrubber gespült.

MOCVD-Anlagen weisen hierzu zwei Gaseinlässe und Möglichkeiten zur Teilung der einzuleitenden Gasströme auf, da eine sofortige Mischung innerhalb der Anlage wegen der Bildung von Säure-Base-Addukten häufig unerwünscht ist. Hierzu ist eine Teilerplatte hinter den Gaseinlässen der Anlage derartig angeordnet, daß die MOCVD-Anlage in einen oberen und einen unteren Raum kompartimentiert wird. Außerhalb der Anlage sind Gassammelleitungen angeordnet, die zu den Vorratsbehältern führen. In diesen Vorratsbehältern werden die Ausgangsstoffe, also einerseits Metallorganika und andererseits Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindungen, aufbewahrt.

Nachteilig ist es bisher nicht möglich, Gase flexibel auf die Kompartimente innerhalb der Anlage zu verteilen.

Bei der verfahrenstechnischen Herstellung von z.B. Gruppe-III-Nitridschichten mittels Gasphasendeposition in MOCVD-Anlagen werden die Precursor somit mittels ih-

6

rer Trägergase (H_2 , N_2 , Argon) jeweils separat in die Anlage eingeleitet. Die Gasströme werden erst in der heißen Zone der Anlage gemischt. Um die Stabilisierung der Nitrid-Oberfläche zu gewährleisten, an der bevorzugt bei Wachstumstemperatur der Stickstoff inkongruent verdampft, wird das Trägergas/ NH_3 -Gemisch (Gruppe V-Verbindung) gemäß Stand der Technik örtlich gesehen näher zur Wachstumsoberfläche auf dem Substrat eingebracht als das Trägergas/Metallorganikum-Gemisch. Dies hat zur Folge, dass durch die heiße Oberfläche des Substrats Stickstoff aus Ammoniak freigesetzt wird und für die Reaktion auf dem Substrat zur Verfügung steht. Diese Vorgehensweise wird auch für Abscheidungen anderer Verbindungen gewählt.

10

15

20

25

Nachteilig lagern sich im genannten Fall die gebildeten Nitride aber als parasitäre Depositionen auch an den heißen Wänden der Anlage rasch ab. Die Beschaffenheit und die Dicke der Depositionen ändert sich im Laufe des Verfahrens. Die Depositionen verändern das Wachstum auf dem Substrat durch katalytische Zerlegung der Ausgangsverbindungen und verursachen eine Verarmung in der Gasphase. Da die abgeschiedenen Verbindungen dunkel gefärbt sind, beeinflusst dies die Gasphasen- und die Oberflächentemperatur über dem Substrat. Die Nitridschichten können daher nicht reproduzierbar auf dem Substrat abgeschieden werden.

30

Die parasitäre Deposition blättert zudem nach kurzer Zeit ab. Die Partikel fallen von mit parasitärer Deposition belegten Bauteilen der Anlage auf das Substrat bzw. die Probe und beeinflussen nachteilig die Eigenschaften der dort aufgetragenen Schicht(en).

Als Lösung dieser Probleme könnten die mit parasitärer Deposition belegten Bauteile der Anlage, die mit dem Substrat in Verbindung stehen, ausgetauscht oder gereinigt werden, sobald sich dort eine kritische parasitäre Deposition abgelagert hat.

Dies ist aber nachteilig teuer, da die Anlage in der Zwischenzeit nicht benutzt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition bereit zu stellen, ohne dass parasitäre Deposition auftritt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und durch eine MOCVD-Anlage mit den Merkmalen von Patentanspruch 15 gelöst. Vorteilhaft ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweils darauf rückbezogenen Patentansprüchen.

Erfindungsgemäß wird bei dem Verfahren ein erstes Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum sowie ein zweites Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung verwendet, wobei beide Gemische separat in eine Anlage zur Abscheidung der Verbindung auf dem Substrat eingeleitet werden. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Metallorganikum zwischen das Substrat und der Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung eingeleitet wird.

Das mindestens eine Metallorganikum wird also örtlich gesehen näher an das Substrat geleitet, als die Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung.

5

Vorteilhaft wird dadurch bewirkt, daß die Dicke an parasitärer Deposition erheblich vermindert wird, da die Abscheidung nur dort vollzogen wird, wo sie erwünscht ist, nämlich auf dem Substrat. Die Abscheidungsrate wird regelmäßig erhöht und die Schichten sind hochrein im Vergleich zu Schichten, die gemäß Stand der Technik abgeschieden wurden.

Die Partikelbildung an den Wänden und an der Decke der Anlage wird auf ein Minimum reduziert. Es können reproduzierbar viele Schichten abgeschieden werden, ohne dass mit parasitärer Deposition belegte Teile der Anlage aufwendig gewechselt werden müssen und ohne dass abgeschiedene Schichten durch abblätternde Deposition verunreinigt werden.

15

Als Metallorganikum kann eine Gruppe II- oder eine Gruppe III- oder eine Gruppe IV-Verbindung oder Mischungen hieraus gewählt werden. Nur beispielhaft seien Barium-Strontium-Verbindungen (Gruppe II) oder Trimethylgallium, Trimethylaluminium und Trimethylindium (Gruppe III) oder Titanisopropoxid (Gruppe IV) als Metallorganika genannt.

Als Gruppe V-Verbindung kann NH_3 und / oder AsH_3 und / oder PH_3 und als Gruppe VI-Verbindungen Sauerstoff oder Diethyltellur gewählt werden.

25

Selbstverständlich ist das Verfahren aber nicht auf die Wahl derartiger Verbindungen eingeschränkt. Vielmehr kann das Verfahren grundsätzlich zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition verwendet werden.

Als Trägergas für die Verbindungen kommt Wasserstoff und / oder Stickstoff und / oder Argon in Betracht.

5 Zur Abscheidung von z.B. GaN kann Trimethylgallium als Gruppe III-Verbindung und NH_3 als Gruppe-V-Verbindung mit jeweils Wasserstoff als Trägergas gewählt werden.

Dabei wird das Metallorganikum/Trägergas-Gemisch zwischen dem Substrat und dem NH_3 /Trägergas-Gemisch eingeleitet. Es ist aber ohne Einschränkung der Erfindung möglich, das erfindungsgemäße Verfahren auf andere Verbindungen zu übertragen, um parasitäre Deposition zu vermeiden.

15 Eine MOCVD-Anlage weist mindestens zwei Gaseinlässe auf. Einen ersten für ein erstes Gemisch und mindestens einen zweiten für ein weiteres Gemisch. Die Gase selbst befinden sich in Vorratsbehältern. Zwischen den Gaseinlässen der Anlage und den Vorratsbehältern für die Gase sind erfindungsgemäß Mittel, insbesondere mindestens zwei Drei-Wege-Ventile in sogenannten Gassammelleitungen angeordnet. Es können aber auch geeignete Schnellverschlussskupplungen angeordnet sein.

25 Dies bewirkt vorteilhaft, daß die Anlage an die Vorratsbehälter angeschlossen werden kann und die Gase je nach Bedürfnissen flexibel in verschiedene Kompartimente der MOCVD-Anlage eingeleitet werden können, ohne dass die Anlage umständlich von den Vorratsbehältern getrennt und neu verbunden werden muß.

Mit anderen Worten, der Betreiber einer solchen Anlage ist in der Lage, Gase nach seinen Vorstellungen bequem und flexibel in die Teile der Anlage zu leiten, wo sie

benötigt werden. Dadurch können die Gaseinlässe für die Gasgemische schnell miteinander vertauscht werden.

Es ist aber auch denkbar, zu diesem Zweck andere bauliche Veränderungen an der Anlage vorzunehmen.

5 Im weiteren wird die Erfindung an Hand einiger Ausführungsbeispiele und der beigefügten 5 Figuren näher beschrieben.

10 Figur 1 zeigt schematisch eine MOCVD-Anlage gemäß Stand der Technik mit zwei Gaseinlässen 4, 5 für ein oberes und ein unteres Kompartiment. Die Precursor werden durch eine Teilerplatte 1 voneinander getrennt an ein zu beschichtendes Substrat 2 geführt. Die MOCVD-Anlage ist durch die Teilerplatte 1 in einen oberen und einen unteren Raum hinter den Gaseinlässen 4, 5 kompartimentiert. Das Substrat 2 kann beispielsweise ein zwei 15 Zoll-Wafer sein. Selbstverständlich ist das Verfahren aber nicht auf etwaige Größen oder Formen des Substrats eingeschränkt. Das Substrat 2 ist in einem Suszeptor 6 eingebracht, der hier als drehbarer Teller ausgeführt ist. Die Wände der Anlage sind nur angedeutet. Das 20 heißt, dass im vorliegenden Fall nur eine Wand 3 dargestellt wurde. Die in Blickrichtung gesehen vordere Wand sowie die Decke sind nicht dargestellt, um einen Einblick in die Anlage zu gewährleisten.

25 Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die Anlage entlang einer gedachten Linie zwischen den Gaseinlässen und einer Kühlung 7 vor dem Suszeptor (nicht dargestellt). Die Kühlung 7 ist in Fig. 2 nur angedeutet. Im vorliegenden Fall werden der Gaseinlass 5 durch das Metallorgani-

kum/Trägergas-Gemisch (TMG/H_2) und der Gaseinlaß 4 durch das NH_3 /Trägergasgemisch (NH_3/H_2) belegt. Nach dem Eintritt der Gase in die Anlage bleiben die beiden Gasströme zunächst durch die Teilerplatte 1 voneinander getrennt, bis sie hinter der Teilerplatte 1 vermischt werden und an das Substrat auf dem Suszeptor gelangen. Das Metallorganikum/Trägergas-Gemisch wird erfindungsgemäß zwischen das Substrat und das NH_3 /Trägergasgemisch geleitet.

Fig. 3 zeigt die Vermischung der Reaktanden oberhalb der ange deuteten Kühlung 7 kurz vor dem Suszeptor 6. Das dichtere Ammoniak/Trägergas-Gasgemisch diffundiert in Richtung des Substrats auf dem Suszeptor 6, wo es sich mit dem Metallorganikum/Trägergasgemisch vermischt. Auf und vor dem Substrat, das die Zerlegung der Precursor katalytisch beschleunigt, kommt es zur Abscheidung von GaN. Die Gesamtgasmischung erreicht nicht die Decke der Anlage, so dass dort die parasitäre Deposition an GaN vermieden wird.

Fig. 4a stellt den Verlauf der Abscheidungen von GaN dar, wie sie im Stand der Technik auftritt. Die X-Achse zeigt die lokalen Koordinaten entlang eines Substrates bzw. eines Wafers. Der Wafer ist durch den schwarzen Balken angedeutet. Die Abscheidungsrate beträgt nach einer Stunde nur ca. 1,3 Mikrometer GaN.

Das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem das TMG/H_2 -Gemisch erfindungsgemäß zwischen das Substrat und das NH_3 /Trägergasgemisch, also örtlich gesehen näher an das Substrat geleitet wird, ermöglicht eine durchschnittlich viel höhere Abscheidungsrate von ca. 4 bis 5 Mik-

M

rometer GaN. Auf Grund des drehbaren Suszeptors 6 voll-
zieht sich die Abscheidung gleichmäßig auf dem Wafer
(Fig. 4b). Die hohen Abscheidungsraten vor dem Wafer
ermöglichen eine Abscheidung von GaN mit sehr hoher
Reinheit auf diesem Wafer.

Die hohe Abscheidungsrate kommt im letzteren Fall da-
durch zustande, dass die Gasphase nicht durch parasitä-
re Deposition an den Anlagenwänden verarmt. Die Gase
stehen also der Abscheidung auf dem Substrat zur Verfü-
gung.

Die in den Figuren 2 bis 4 dargestellte Abscheidung von
GaN ist nur beispielhaft.

Als ein weiteres Beispiel für das erfindungsgemäße Ver-
fahren sei die Abscheidung von Zinktellurid genannt.

Dabei wird zwischen Substrat und der Gruppe VI-
Verbindung Diethyltellur die Gruppe II-Verbindung Dime-
thylzink in die Anlage eingeleitet.

Es ist auch möglich, zur Abscheidung für das Dielektri-
kum (Ba, Sr)-Titanat ein Gemisch aus zwei oder drei Me-
tallorganika zwischen Sauerstoff und dem Substrat in
die Anlage einzuleiten. Die Metallorganika umfassen
z.B. ein Gemisch aus Diketonaten des Barium und Stron-
tium sowie Alkoxiden des Titan, z.B. Titanisopropoxid.
Dabei wird zwischen Substrat und Sauerstoff als Gruppe
VI-Verbindung das Gemisch aus Metallorganika in die An-
lage eingeleitet.

Es ist darüber hinaus möglich zur Herstellung der je-
weiligen Schichtverbindungen jeweils geeignete Kombina-

tionen von Metallorganika und Gruppe V- bzw. Gruppe VI-
Verbindungen, wie in Tab. 1 angegeben, auszuwählen.

Fig. 5 zeigt eine Umschaltvorrichtung für die Gasein-
lässe einer MOCVD-Anlage.

Die Sammelleitung 52 ist mit einem Vorratsbehälter
(nicht dargestellt) für ein Trägergas/Metallorganikum-
Gasgemisch verbunden und wird auf das pneumatische 3/2-
Wege-Ventil V2 geführt. Die Sammelleitung 51 ist mit
einem Vorratsbehälter für ein Trägergas/Gruppe V- oder
Gruppe VI-Gasgemisch verbunden und wird auf das pneuma-
tische 3/2-Wege-Ventil V1 geführt. Die Ventile V1 und
V2 sind über die Leitungen mit dem oberen Kompartiment
4' und dem unteren Kompartiment 5' der Gaseinlässe ver-
bunden. Im drucklosen Zustand ist V2 zum oberen Kompar-
timent 4' und V1 zum unteren Kompartiment 5' hin geöff-
net (s. Fig. 5). Die Gase werden wie im Stand der Tech-
nik in die Anlage geleitet.

Beide Ventile V1 und V2 werden mit nur einer N₂-
Druckleitung 53 über ein handbetriebenes Ventil V3 um-
geschaltet. Das Gemisch aus Trägergas(en) und mindes-
tens einem Metallorganikum wird dann unter Druck in
Kompartiment 5' geleitet, also zwischen einem Substrat
auf einem Suszeptor 6 und einem Gemisch aus Träger-
gas(en) und mindestens einer Gruppe V oder Gruppe VI-
Verbindung. Letztgenanntes Gasgemisch wird dann in Kom-
partiment 4' geleitet. Die Teilerplatte 1 ist in Fig. 5
nur angedeutet und führt wie in den Figuren 1 bis 3 ge-
zeigt fast bis zum Suszeptor 6.

Somit ist gewährleistet, dass niemals die unterschied-
lichen Gasgemische gleichzeitig auf ein und dasselbe

Kompartiment 4', 5' gegeben werden können. Eine derartige Verbesserung erlaubt eine sichere und zugleich flexible Zuleitung der Gasgemische in das obere und untere Kompartiment 4', 5' der Anlage.

5 Teileliste:

- 3/2-Wegeventile (V1, V2): 1/4 Zoll VCR-FFF
- 3/2-Wegeventil (V3) handbetätigt, Schalttafel-Einbauventil (Bosch) 0820 402 024 3/2 WV NG4 (1/8 Zoll)
- Edelstahlrohr 1/8 Zoll elektropoliert

10. • Pneumatikschlauch 1/8 Zoll

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition und einem ersten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum sowie einem zweiten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung, wobei beide Gemische separat in eine MOCVD-Anlage geleitet werden, dadurch gekennzeichnet, dass
das erste Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum zwischen das Substrat und das zweite Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung in die Anlage geleitet wird.
2. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass
für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe II-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
Dimethylzink als Metallorganikum.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
(Ba; Sr)-Verbindungen als Metallorganika.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe III-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Trimethylgallium und / oder Trimethylaluminium und / oder Trimethylindium als Metallorganika.
- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Gemisch mindestens eine Gruppe IV-Verbindung als Metallorganikum gewählt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Titanisopropoxid als Metallorganikum.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass AsH_3 und / oder PH_3 und / oder NH_3 als Gruppe V-Verbindung gewählt wird.
- 15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sauerstoff oder Diethyltellur als Gruppe VI-Verbindung gewählt wird.
- 20 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass III/V-Verbindungen und / oder II/VI-Verbindungen abgeschieden werden.
- 25 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass GaN , AlN oder InN oder Legierungen dieser Verbindungen abgeschieden werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

Oxide, insbesondere (Ba, Sr)-Titanat abgeschieden werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
5 als Trägergas Wasserstoff und / oder Stickstoff und / oder Argon verwendet wird.

15. MOCVD-Anlage für die Gasphasendeposition mit mindestens zwei Gaseinlässen (4, 5), gekennzeichnet durch
Mittel zur flexiblen Einleitung von Gasen in die Anlage.

16. MOCVD-Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass
zwischen den Gaseinlässen (4, 5) und den Vorratsbehältern für in die Anlage einzuleitenden Gase Gas-
15 sammelleitungen (51, 52, 53) mindestens zwei Ventile (V1, V2, V3) angeordnet sind.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass
SiC, Saphir, Silizium, InP (Indiumphosphid), InAs
(Indiumarsenid), GaAs (Galliumarsenid), GaN (Galliumnitrid), AlN (Aluminiumnitrid), GaSb (Galliumantimonid) und / oder GaP (Galliumphosphid) als Sub-
strate gewählt werden.

Tabelle 1

Schichtverbindung	Metallorganikum	Gruppe V- / Gruppe VI- Verbindung	Trärgas
Aluminiumgalliumarsenid (AlGa)As	TMAl (Trimethylaluminium), TEAL (Triethylaluminium), TMGa (Trimethylgallium), TEGa (Triethylgallium)	AsH ₃ (Arsin), TBAS (Tertiärbutyarsin)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumarsenid (GaAs)	TMGa, TEGa	AsH ₃ , TBAS	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumarsenid (AlAs)	TMAl, TEAL	AsH ₃ , TBAS	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenid ((GaIn)As)	TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAS	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumarsenid ((AlIn)As)	TMAl, TEAL, TMIn	AsH ₃ , TBAS	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphid (InP)	TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumgalliumindiumphosphid ((AlGaIn)P)	TMAl, TEAL, TMGa, TEGa, TMIn (Trimethylindium)	PH ₃ (Phosphin), TBP (Tertiärbutyphosphin)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumphosphid ((GaIn)P)	TMGa, TEGa, TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumphosphid ((AlIn)P)	TMAl, TEAL, TMIn	PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenid-phosphid ((GaIn)AsP)	TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAS, PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar

18

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Aluminiumgalliumindium- arsenid-phosphid ((Al- GaIn)(AsP))	TMAl, TEAL, TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAs, PH ₃ , TBP	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumnitrid (AlN)	TMAl, TEAL	NH ₃ (Ammoniak)	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumnitrid (GaN)	TMGa, TEGa	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumnitrid (InN)	TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumgalliumindium- nitrid ((AlGaIn)N)	TMAl, TEAL, TMGa, TEGa, TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumnitrid ((GaIn)N)	TMGa, TEGa, TMIn	NH ₃	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumantimonid (GaSb)	TMGa, TEGa	TMSb (Trimethylantimon), TESb (Triethylantimon)	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumantimonid (AlSb)	TMAl, TEAL	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumantimonid (InSb)	TMIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumindiumantimonid ((AlIn)Sb)	TMAl, TEAL, TMIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumantimonid ((GaIn)Sb))	TMGa, TEGa, TMIn	TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumarsenidantimonid (Ga(AsSb))	TMGa, TEGa	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Aluminiumarsenidantimo- nid (Al(AsSb))	TMAl, TEAL	AsH ₃ , TBAs, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Indiumarsenidantimonid (In(AsSb))	TMIn	AsH ₃ , TBAS, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumindiumarsenidantimonid ((GaIn)(AsSb))	TMGa, TEGa, TMIn	AsH ₃ , TBAS, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Galliumphosphidantimonid (Ga(PSb))	TMGa, TEGa	PH ₃ , TBP, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphidantimonid (In(PSb))	TMIn	PH ₃ , TBP, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Indiumphosphidarsenidantimonid (In(PASSb))	TMIn	PH ₃ , TBP, AsH ₃ , TBAS, TMSb, TESb	H ₂ , N ₂ , Ar
Cadmiumtellurid (CdTe)	DMCd (Dimethylcadmium)	DETe (Diethyltellur), DMTe (Dimethyltellur), DIPTe (Diisopropyltellur)	H ₂ , N ₂ , Ar
Quecksilbertellurid (HgTe)	Hg (Quecksilber)	DETe	H ₂ , N ₂ , Ar
Cadmiumquecksilbertellurid ((CdHg)Te)	DMCd, Hg	DETe	H ₂ , N ₂ , Ar
Zinksulfid (ZnS)	DMZn (Dimethylzink), DEZn (Diethylzink)	H ₂ S (Schwefelwasserstoff), DES (Diethylschwefel), DTBS (Diterbutylschwefel)	H ₂ , N ₂ , Ar

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Zinkselenid (ZnSe)	DMZn (Dimethylzink), DEZn (Diethylzink)	DMSe (Dimethylselen), DESe (Diethylselen), DIPSe (Dipropylselen), DTBSe (Ditertiärbutylselen)	H ₂ , N ₂ , Ar
Bariumstrontiumtitanat ((BaSr)TiO ₃)	Ba(thd) ₂ , Sr(thd) ₂ , (Barium/Strontiumtetramethylheptandionat), Ba(hfa) ₂ , Sr(hfa) ₂ , (Barium/Strontiumhexafluoroacetat), TIP (Tetrakispropoxid), TTB (Titanetetraakis-tert-butylperoxid), TEL (Tetraethylblei), TBL (Tetraäthylblei), Pb(thd) ₂ (Bleitetramethylheptandionat), ZTB (Zirkontetraakis-tert-butylperoxid), ZIP (Zirkontetraakispropoxid), TIP, TTB	O ₂ (Sauerstoff), O ₃ (Ozon), N ₂ O (Lachgas)	N ₂ , Ar
Bleizirkonat-titanat (Pb(ZrTi)O ₃)	TEL (Tetraethylblei), TBL (Tetraäthylblei), Pb(thd) ₂ (Bleitetramethylheptandionat), ZTB (Zirkontetraakis-tert-butylperoxid), ZIP (Zirkontetraakispropoxid), TIP, TTB	O ₂ (Sauerstoff), O ₃ (Ozon), N ₂ O (Lachgas)	
Bariumtitanat (BaTiO ₃)	Ba(thd) ₂ , Ba(hfa) ₂ , TIP, TTB	O ₂ (Sauerstoff), O ₃ (Ozon), N ₂ O (Lachgas)	

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Bleibariumtitanat ($(\text{PbBa})\text{TiO}_3$)	TEL, TBL, Pb(thd) ₂ , Ba(thd) ₂ , Ba(hfa) ₂ , TIP, TTB	O ₂ (Sauerstoff), O ₃ (Ozon), N ₂ O (Lachgas)	
Bleibariumzirkonat-tita- nat ($(\text{PbBa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$)	TEL, TBL, Pb(thd) ₂ , Ba(thd) ₂ , ZTB, ZIP, Ba(hfa) ₂ , TIP, TTB	O ₂ (Sauerstoff), O ₃ (Ozon), N ₂ O (Lachgas)	

Z u s a m m e n f a s s u n g

Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abscheidung von Verbindungen auf einem Substrat mittels metallorganischer Gasphasendeposition und einem ersten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum sowie einem zweiten Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung, wobei beide Gemische separat in eine MOCVD-Anlage geleitet werden.

Das erste Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einem Metallorganikum wird erfindungsgemäß zwischen das Substrat und das zweite Gemisch aus mindestens einem Trägergas und mindestens einer Gruppe V- oder Gruppe VI-Verbindung in die Anlage geleitet.

Dadurch wird vorteilhaft bewirkt, daß keine parasitäre Deposition an den Wänden der MOCVD-Anlage entstehen. Die Abscheidungsraten sind daher gegenüber Verfahren aus dem bisherigen Stand der Technik erhöht.

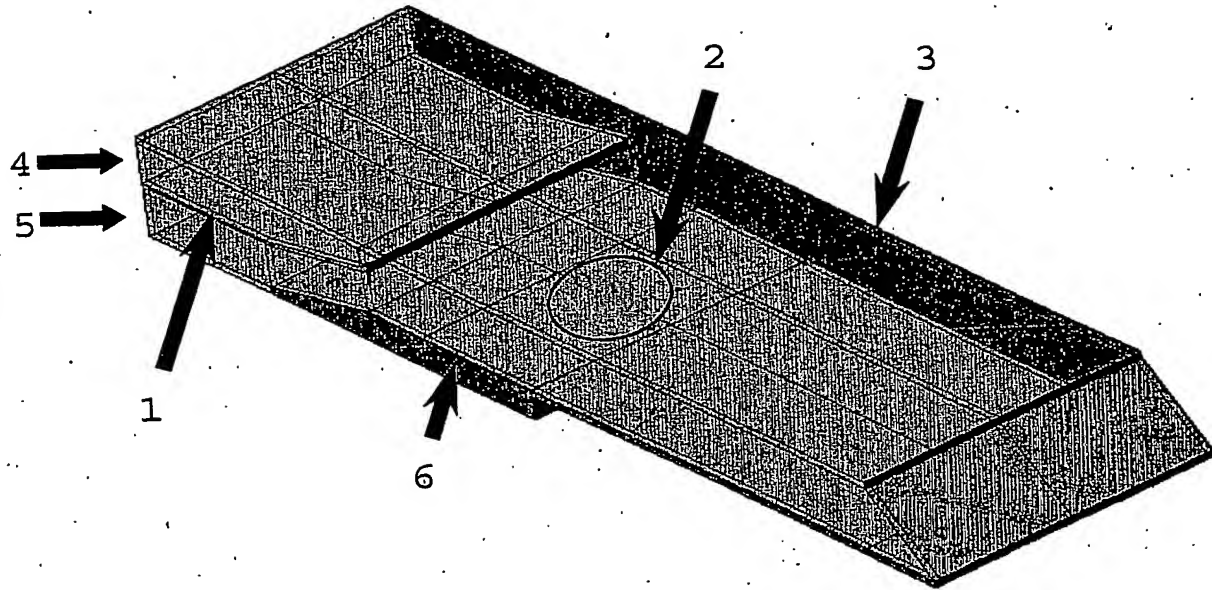


Fig. 1

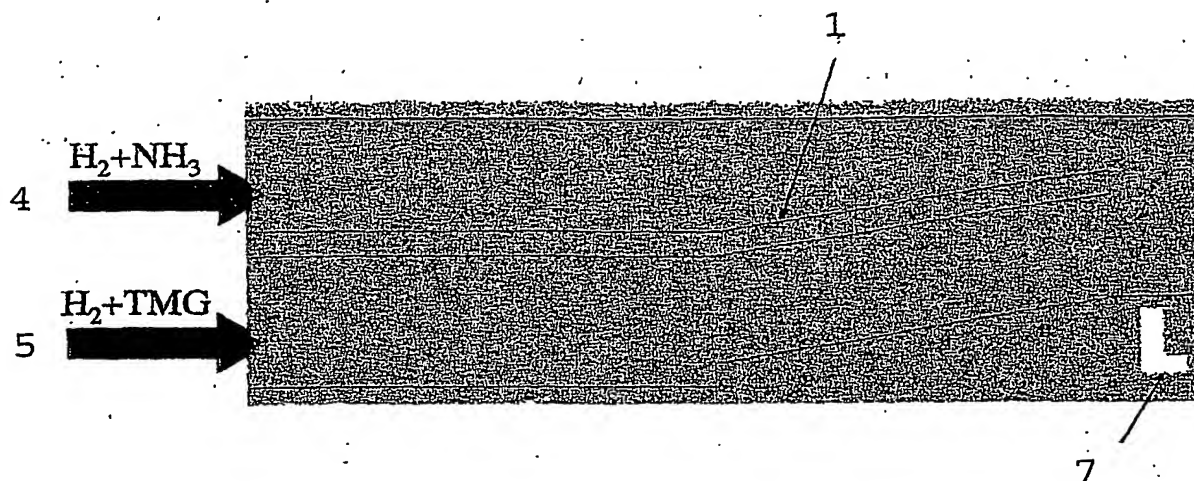


Fig. 2

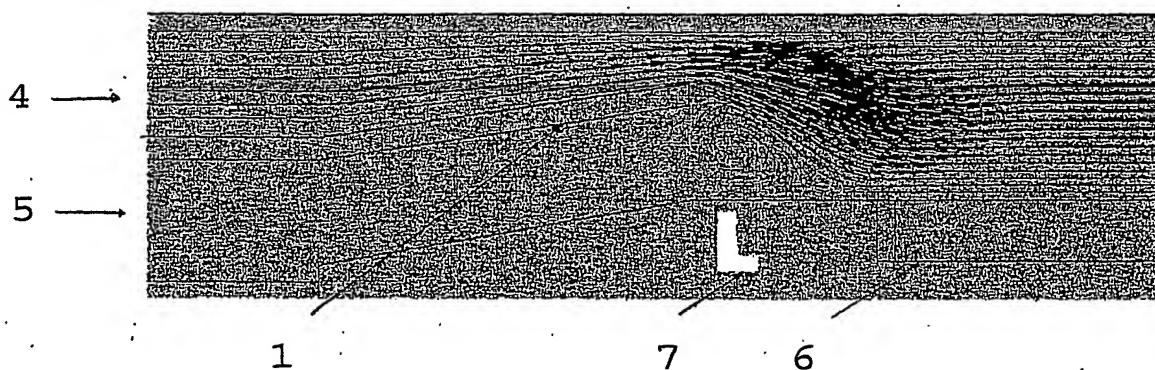


Fig. 3

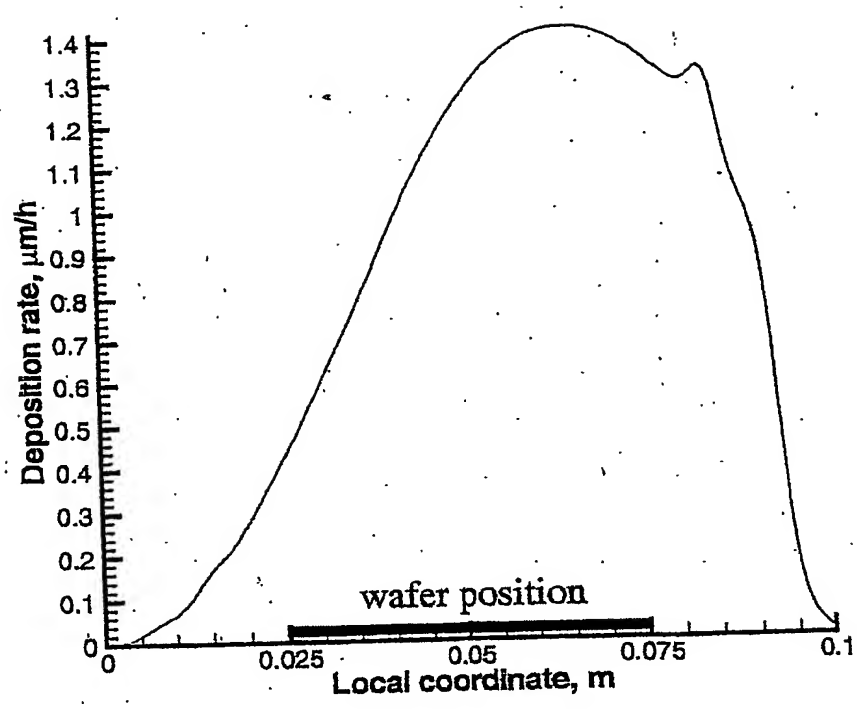


Fig. 4a

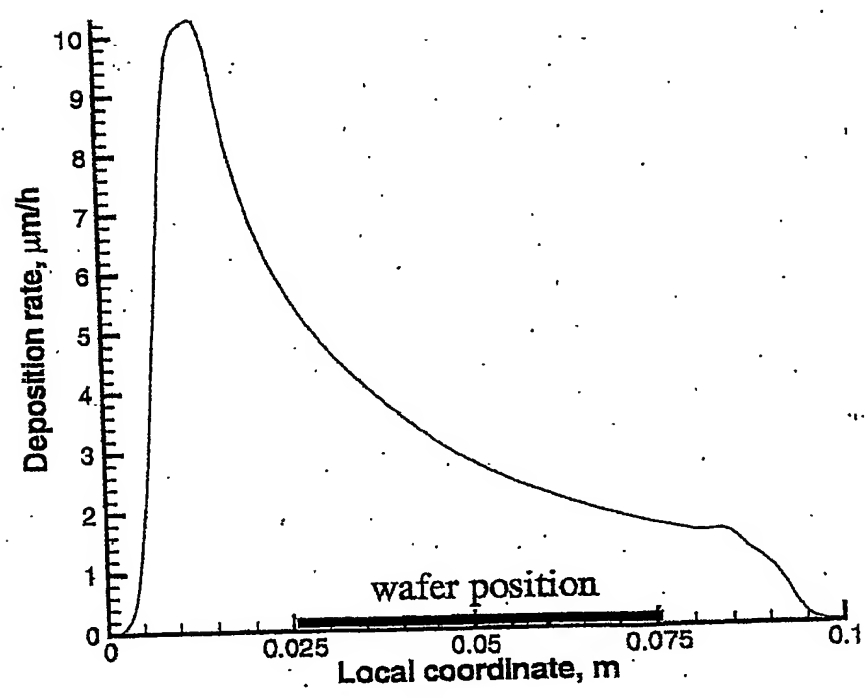


Fig. 4b

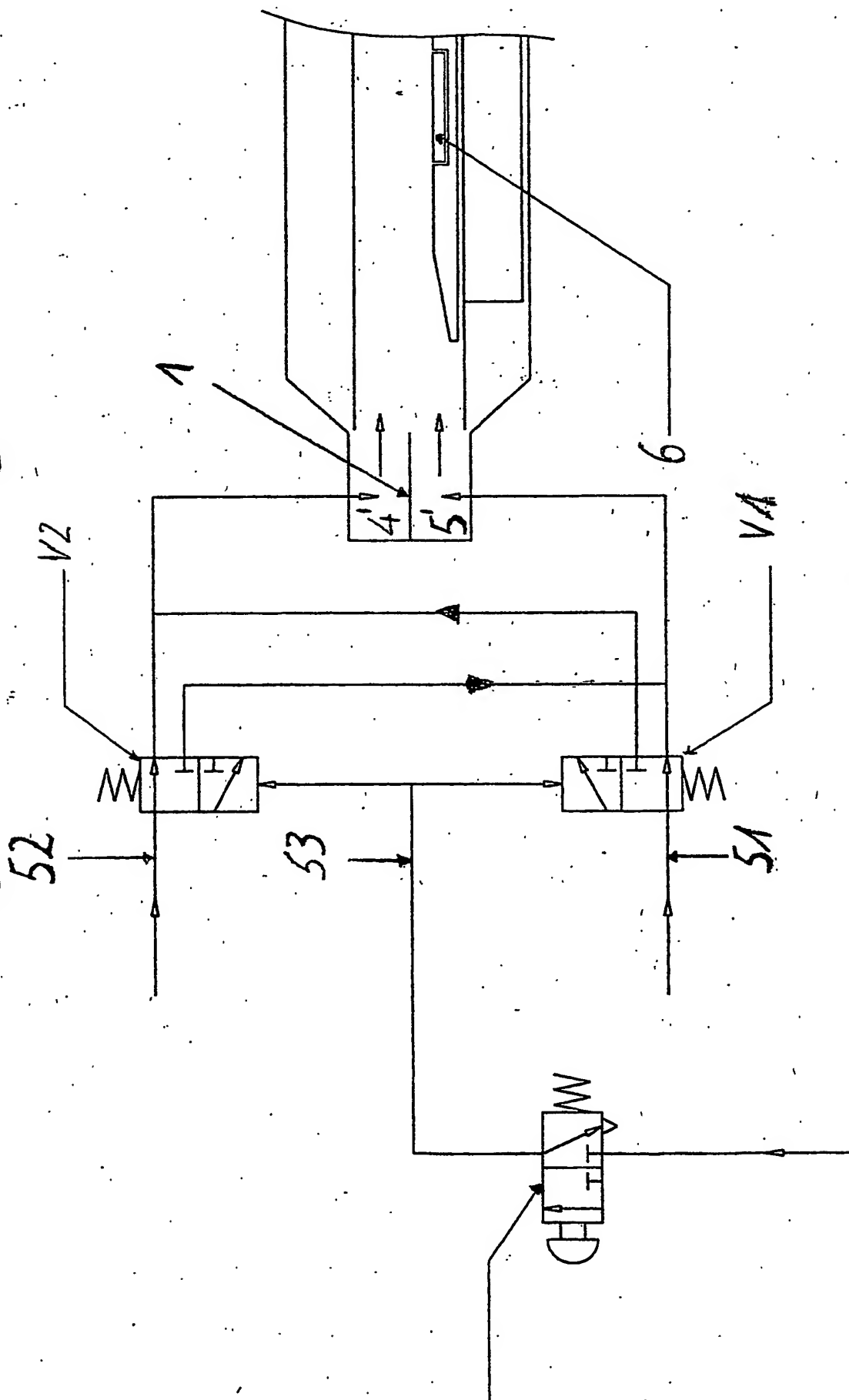


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.